

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВПО УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Кафедра станков и инструментов

И. Т. Глебов

Оборудование отрасли:

**Исследование динамики процесса
продольного пиления на
станке ЦДК-4**

Методические указания
для выполнения лабораторной работы студентами
очной и заочной форм обучения
направления 250400 "Технология лесозаготовительных и
деревоперерабатывающих производств"
по профилю 250400.62 "Технология деревообработки"

Екатеринбург
2013

Материал рассмотрен и рекомендован к изданию
методической комиссией факультета МТД

Протокол № 1 от 15.09.2012 г.

Рецензент: канд. техн. наук, доцент,
зав. кафедрой станков и инструментов

В.Г. Новоселов

Редактор			
Подписано в печать	Объем	Формат 60×84	
Плоская печать	0,46 п. л	1/16	Тираж 30 экз.
Поз.	Заказ №	Цена руб. 00	
			коп

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ
Отдел оперативной полиграфии УГЛТУ

Прирезные станки

Круглопильные станки для продольного деления пиломатериалов на заготовки называются прирезными. Станки бывают однопильные и многопильные, с одним пильным валом и несколькими пильными валами. Пильный вал станков размещается под столом или над ним. Механизм подачи может быть конвейерно-гусеничный или вальцовый.

Пример однопильного прирезного станка с верхним расположением пильного вала и конвейерно-гусеничной подачей показан на рис. 1. На рис. 2 показан современный многопильный станок.

На станине станка над столом 7 смонтирован суппорт 10 с при-

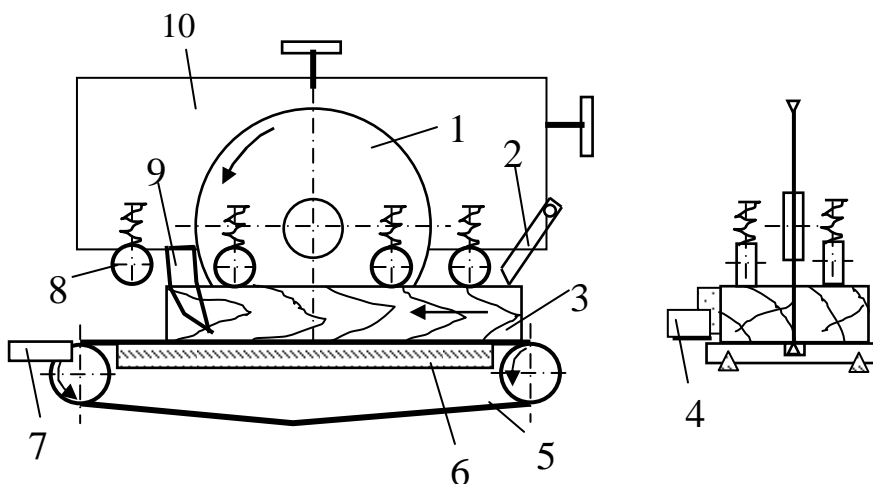


Рис. 1. Схема прирезного станка

водным пильным валом и пилой 1. На суппорте смонтировано два маховика. Один из них позволяет поднимать корпус суппорта, а другой – пильный вал. На корпусе суппорта закреплены подпружиненные ролики 8, расклинивающий нож 9 и когтевая завеса 2.

В плоскости стола расположена рабочая ветвь гусеничной цепи конвейерно-гусеничного механизма подачи 5, которая опирается на клиновые текстолитовые или чугунные направляющие 6. В гусеничной цепи имеется канавка, в которую заглубляются зубья пилы при выходе из нижней пласти заготовки на глубину 3 - 5 мм. На столе установлена переставная направляющая линейка 4.



Рис. 2. Многопильный станок

При работе станка распиливаемую заготовку 3 кладут на гусеничную цепь и прижимают к направляющей линейке. Основная базовая поверхность заготовки неподвижно базируется на гусеничной цепи. Расклинивающий нож 9 входит в пропил. Его устанавливают на расстоянии 10 - 15 мм от вершин зубьев. Толщина ножа должна превышать ширину пропила на 0,5 мм. Расклинивающий нож предотвращает захват уже распиленной древесины зубьями пилы, снижая вероятность ее выброса из

станка. Пластины 2 когтевой завесы, свободно пропуская заготовку вперед, захватывают и удерживают ее в случае обратного движения.

В многопильных станках или в станках с нижним расположением пильного вала заготовку подают двумя гусеницами.

В настоящее время в деревообрабатывающей промышленности используются прирезные станки следующих моделей: ЦА-2А-1 (вальцовый), ЦДК4-3, ЦДК5-3, ЦМР-3 (конвейерные) и др.

Общие сведения о пилении

Продольное пиление дисковыми (круглыми) пилами – самый распространенный процесс обработки древесины. По принципу продольного пиления работают станки, распиливающие бревна или брусья, а также станки обрезные, прирезные, реечные, ребровые и др.

При продольном пилении плоскость дисковой пилы параллельна волокнам древесины. Основную работу при пилении выполняют главные (короткие) режущие кромки зубьев. Они перерезают волокна, формируют дно пропила. Боковые режущие кромки формируют стенки пропила.

Пиление характеризуется большими значениями скорости главного движения (50...150 м/с) и скорости подачи (до 150 м/мин), непрерывностью вращательного движения режущего инструмента, сравнительно простой конструкцией станков, удобством их эксплуатации и большими

возможностями для автоматизации. Однако на станках часто приходится применять толстые круглые пилы, из-за чего снижается полезный выход пилопродукции и увеличивается объем опилок. Количество опилок достигает 12...16% от объема распиливаемого сырья.

Режущий инструмент

Пила 1, многолезвийный режущий инструмент (рис. 3, а), крепится на пильном валу станка зажимными фланцами 2 и выполняет главное движение. Заготовка 3, сбазированная по плоскости стола 4, обычно надвигается на пилу.

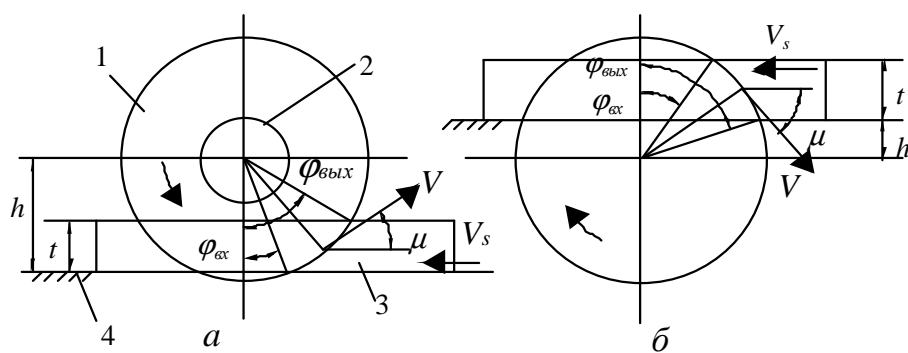


Рис. 3. Продольное пиление дисковой пилой:
а – с верхним расположением пилы; б – с нижним расположением пилы

Минимальный диаметр пилы определяют по формуле

$$D_{\min} = 2(t + r_{\phi} + a_1 + a_2), \quad (1)$$

где t – высота пропила, мм;

r_{ϕ} – радиус зажимных фланцев, мм;

a_1 – зазор между зажимным фланцем и заготовкой, мм;

a_2 – выступ пилы из пропила, мм.

Рекомендуемое ГОСТ 980–80 соотношение между диаметром пил и диаметром зажимных фланцев приведено ниже

Диаметр пилы, мм:	160...360	400...500	560...800	900...1000	1250	1500
Диаметр фланцев, мм:	100	125	160	200	240	300

Зазор a_1 принимают для станков с нижним расположением пилы $(5 + C)$ мм, где C – толщина стола; для станков с верхним расположением пилы – 10 мм; для бревнопильных – более 15 мм.

Минимальный диаметр пилы увеличивают на 100 мм ($D < 710$ мм) или 200 мм ($D > 710$ мм) для переточек и округляют в большую сторону до стандартного значения. Параметры пил берут по ГОСТ 980–80 (табл. 14). Окружной шаг зубьев пилы t_3 , мм:

$$t_3 = \pi D / z, \quad (2)$$

где z – количество лезвий (зубьев) пилы

Для исключения зажима диска пилы в пропиле зубья разводят или плющат. Величина уширения зубьев на сторону приведена в табл. 15. Ширина пропила определяется по формуле

$$b = S + 2S',$$

где S – толщина диска, мм;

S' – уширение зубьев на сторону, мм.

Таблица 1

Уширение зубьев круглых пил на сторону S'

Диаметр пил, мм	S' , мм, при продольном и поперечном пилении древесины		
	хвойных пород влажностью W		твердых
	$W \leq 30\%$ или древесина $W > 30\%$		лиственных
	мерзлая		пород
125...315	0,40(0,20)	0,45 (0,30)	0,30 (0,20)
360...500	0,60 (0,30)	0,70 (0,40)	0,50 (0,30)
560...630	0,70 (0,40)	0,80 (0,50)	0,60 (0,40)
710...900	0,80 (0,50)	0,90 (0,60)	0,70 (0,50)
1000...1250	1,00 (0,70)	1,10 (0,80)	0,90 (0,60)
1500	1,20 (0,80)	1,30 (0,90)	1,10 (0,70)

Примечания: 1. Значения без скобок соответствуют продольной, в скобках – поперечной распиловке.

2. При продольной распиловке бревен и брусьев без охлаждения пил допускается увеличить уширение на 0,1...0,15 мм.

3. Пилы диаметром 1250...1500 мм шпалорезных станков, слешерных установок, раскрывочных линий допускается подготавливать с уширением зубьев 1,5...2,0 мм.

Период стойкости стальных пил при продольном пилении хвойных пород древесины составляет 4 ч, а при пилении твердых лиственных пород – 2,5 ч.

Скорости движений

Скорость главного движения V , м/с:

$$V = \pi D n / 60000, \quad (3)$$

где D – диаметр пилы, мм;

n – частота вращения пильного вала, мин^{-1} .

Скорость подачи V_s , м/мин:

$$V_s = S_z z n / 1000, \quad (4)$$

где z – количество зубьев пилы;

S_z – подача на зуб, мм.

Скорость результирующего движения резания V_e вычисляют как геометрическую сумму скоростей V и V_s :

$$V_e = \sqrt{V^2 + V_s^2 + 2V V_s \cos \mu},$$

где μ – угол подачи, град.

Геометрия срезаемого слоя

Границы контакта пилы с заготовкой можно выразить углом входа $\varphi_{\text{вх}}$ зубьев в заготовку и углом выхода $\varphi_{\text{вых}}$ (см. рис. 4, а, б). Расчетные формулы для определения этих углов приведены в табл. 2.

Угол контакта зуба пилы с заготовкой

$$\varphi_k = \varphi_{\text{вых}} - \varphi_{\text{вх}}.$$

Средний угол на дуге контакта $\varphi_{\text{ср}}$, равный углу подачи μ :

$$\varphi_{\text{ср}} = \mu = (\varphi_{\text{вх}} + \varphi_{\text{вых}}) / 2.$$

Длина срезаемого слоя l вычисляется как длина дуги контакта.

Выражая φ_k в радианах или в градусах, получим соответственно

$$l = R \varphi_k \quad \text{или} \quad l = \pi D \varphi_k / 360^\circ.$$

Таблица 2

Значения углов $\varphi_{\text{вх}}$ и $\varphi_{\text{вых}}$ при встречной и попутной подачах

Положение пилы	Подача встречная		Подача попутная	
	$\varphi_{\text{вх}}$	$\varphi_{\text{вых}}$	$\varphi_{\text{вх}}$	$\varphi_{\text{вых}}$
Верхнее	$\arccos \frac{h}{R}$	$\arccos \frac{h-t}{R}$	$\arccos \frac{h-t}{R}$	$\arccos \frac{h}{R}$
Нижнее	$\arccos \frac{h+t}{R}$	$\arccos \frac{h}{R}$	$\arccos \frac{h}{R}$	$\arccos \frac{h+t}{R}$

Толщина срезаемого слоя. Толщина срезаемого слоя есть наименьшее расстояние между смежными траекториями движения

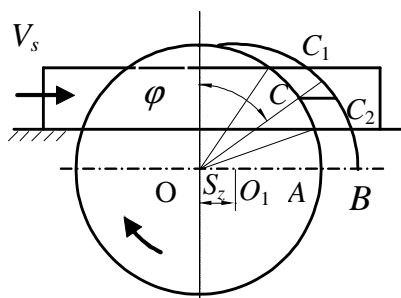


Рис. 4. Размеры срезаемого слоя

лезвий пилы в древесине. Приняв фигуру CC_1C_2 за прямоугольный треугольник, получим, что толщина среза $a = CC_1 = S_z \sin \varphi$, где φ – угол положения зуба на дуге контакта.

Среднее значение толщины среза a_c , мм, на дуге контакта для плющенных и разведенных зубьев:

$$a_c = S_z \sin \mu \frac{b}{b_l}.$$

Динамика пиления

Удельную силу резания при продольном пилении определяют по следующим формулам:

при $a_c \geq 0,1$ мм

$$F_{y\partial} = a_n a_w a_\epsilon \left[\frac{\alpha_\rho p}{a_c} + k + \frac{\alpha t}{b} \right], \quad (5)$$

при $a_c < 0,1$ мм и приближенном расчете

$$F_{уд\mu} = a_n a_w a_\epsilon \left[\frac{(\alpha_\rho p + 0,1k)}{\rho + 50} \left(500 + \frac{\rho}{a_{c\mu}} \right) + \frac{\alpha t}{b} \right], \quad (6)$$

где a_n – коэффициент учета породы древесины;

a_w – коэффициент учета влажности;

a_ϵ – коэффициент вида пиления (встречное $a_\epsilon = 1$, попутное $a_\epsilon = 1,1$);

α – давление на зуб от трения стружки в пропиле: для разведенных зубьев $\alpha_\lambda = 0,70 \dots 0,74$; для плющенных – $\alpha_\lambda = 0,57 \dots 0,59$.

Фиктивная сила резания при пилении сосны p , Н/мм:

$$p = 3,924 + 0,0353 \varphi_\epsilon.$$

Касательное давление стружки на переднюю грань зуба для продольно-торцового резания древесины сосны, МПа:

$$k = (0,196 + 0,00392 \varphi_\epsilon) \delta + (0,0686 + 0,00147 \varphi_\epsilon) V' - (5,39 + 0,147 \varphi_\epsilon),$$

где φ_ϵ – угол встречи режущей кромки с волокнами, град, при про-

дольном пилении принимают $\varphi_e = \varphi_{cp} = \mu$;

δ – угол резания зуба, град;

V' – условная скорость резания, м/с, причем если $V < 50$ м/с, то $V' = (90 - V)$, иначе $V' = V$, где V – скорость главного движения.

Касательная сила резания при пилении одним зубом $F_{x \text{ зуб}}$, Н:

$$F_{x \text{ зуб}} = F_{y\partial} a_c b_l. \quad (7)$$

В пропиле находится несколько зубьев, поэтому средняя касательная сила резания за оборот пилы (окружная сила резания) будет

$$F_x = F_{x \text{ зуб}} \frac{l}{t_3}. \quad (8)$$

Мощность пиления P , кВт:

$$P = \frac{F_x V}{1000}. \quad (9)$$

Радиальная составляющая силы резания F_z , Н:

при $a_c \geq 0,1$ мм

$$F_z = [0,5\alpha_\rho^2(\alpha_\rho p + 0,1k) \frac{\rho}{\rho + 50} - (a_c - 0,1)(k + \frac{\alpha}{b}) \operatorname{tg}(90^\circ - \delta - \varphi)] a_n a_w a_b b_l \frac{t}{t_3}, \quad (10)$$

при $a_c < 0,1$ мм

$$F_z = a_n a_w a_b b_l \frac{l}{t_3} 0,5\alpha_\rho^2(\alpha_\rho p + 0,1k) \frac{\rho}{\rho + 50}. \quad (11)$$

Измерение силы резания

Окружную силу резания находят по мощности, затраченной на пиление. Для измерения мощности используется ваттметр клещевого типа АТК 2104 (рис. 5). Величина окружной касательной силы резания определяется по формуле, Н:

$$F_{xi} = \frac{1000(P_i - P_{xx})}{V}, \quad (12)$$

где P_i – мощность электродвигателя механизма главного движения при пилении на i -той скорости подачи, кВт;

P_{xx} – мощность электродвигателя при холостом ходе,

V – скорость главного движения резания, м/с.



Рис. 5. Ваттметр клещевого типа АТК 2104

Порядок выполнения работы

1. Изучить и описать конструкцию станка.
2. Привести техническую характеристику пилы.
3. Дать характеристику распиливаемой заготовки.
4. Замерить мощность, расходуемую на пиление заготовки.
5. Построить график зависимости касательной силы резания от подачи на один зуб S_z .

При построении графика по оси ординат откладываются значения окружной касательной силы резания, определяемые по (12).

По оси абсцисс откладываются значения подачи на зуб, мм:

$$S_{zi} = \frac{1000V_{si}}{zn}, \quad (13)$$

где V_{si} – значения i -той скорости подачи, м/мин; $V_s = 15,0; 22,5; 30,0; 45,0$ м/мин;

z – число зубьев пилы;

n – частота вращения пилы, мин^{-1} .